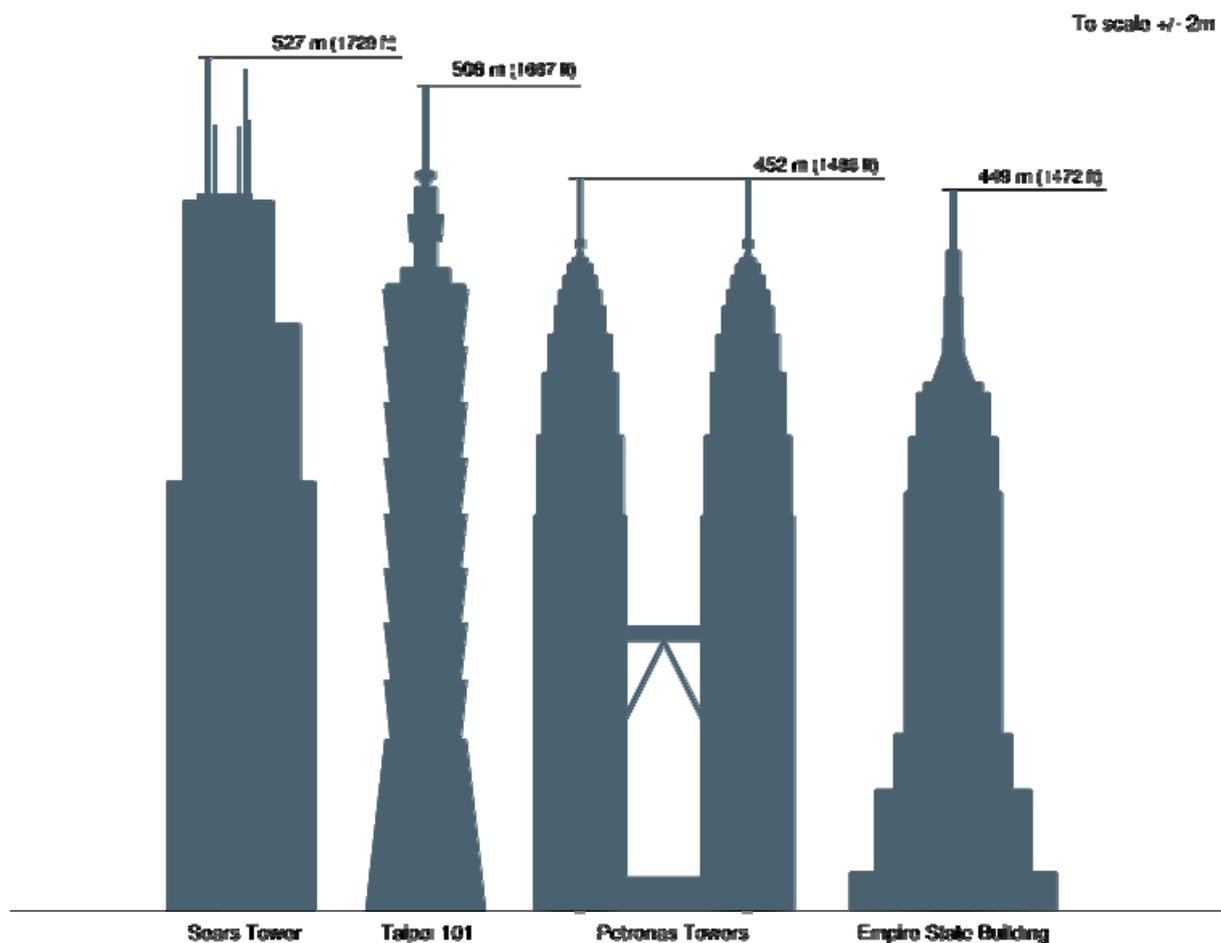


MUED-Rundbrief 164

Nr. 2/2007

im Mai 2007

Thema:
Skyscrapper und anderes



Inhalt

Inhalt	2
Vorwort	3
Taipei 101	4
MU aus der Sicht der PISA-Lehrkräfte	11
Mued-Tagung 2006 Gesprächskreis "Trennen von Lernen und Leisten"	18
Wer etwas verändern will, muss Mut haben, neue Wege zu gehen! - zehn Jahre Mathematik-Lernwerkstatt	21
Think, pair, share. Das Herzstück des kooperativen Lernens	25
Buchbesprechung	29
Aus dem MUED-Büro	31

Impressum

Der MUED-Rundbrief erscheint viermal im Jahr in Appelhülsen mit einer Auflage von 650 Exemplaren.

MUED e.V., Bahnhofstr. 72, 48301 Appelhülsen

Redaktion dieses Rundbriefes: Wilfried Jannack, Hannover

Redaktion des nächsten Rundbriefes: Willi van Lück, Dorsten

Liebe Leserin, lieber Leser,

搜尋無效的常見問題為: Das soll Ihnen ruhig chinesisch vorkommen. Was es bedeutet? Wer weiß. Jedenfalls geht es in diesem Heft um den Schwingungstilger in einem taiwanesischen Wolkenkratzer, im Taipei 101.

Im Weiteren wird Äußerungen über den Konstruktivismus in der didaktischen Literatur nachgegangen, die für uns insofern interessant sein können, als wir sie – auch wenn wir mit ihnen nicht übereinstimmen – kritisch reflektieren sollten. Dazu ist vielleicht die Lehrersicht auf MU bei PISA 2003 wichtig.

Als Nachlese der letzten Tagung folgt das Protokoll des Gesprächskreises "Trennen von Lernen und Leisten", der auf weiteren Tagungen fortgeführt werden soll.

Ein Kontrapunkt dazu ist Rainer Böhms Text zu "Zehn Jahre Mathematik-Lernwerkstatt" in Göttingen. Herzlichen Glückwunsch seitens der MUED dazu, Rainer.

Wenn es um veränderte Lernformen geht, so wird in neuerer Zeit des Öfteren auf Norm Greens "Cooperative Learning" verwiesen. Wiltraud Schillich stellt ihre Erfahrung damit dar.

Zum Schluss – wiederum ein Kontrapunkt – fordern wir auf den Frontalunterricht neu zu entdecken. Ich hoffe, dass provoziert genug, sich Gudjons Bändchen mal vorzunehmen.

Über kleine Rückmeldungen bei Gefallen freuen wir uns, Rückmeldungen über Nichtgefallen behaltet ihr besser für euch.

Wilfried Jannack

Taipei 101



Taipei Financial Center (Spitzname **Taipei 101**) ist der Name eines Wolkenkratzers in Taipeh, der Hauptstadt Taiwans. Es ist das momentan höchste Bürogebäude der Welt. Mit 509 Metern ragt *Taipei 101* (benannt nach seinen 101 Stockwerken) weit über die Skyline der Stadt und verweist die 452 Meter hohen Petronas Towers auf Platz 2 der höchsten

Wolkenkratzer der Welt. Neben den 101 oberirdischen Stockwerken gibt es weitere 5 unterirdische. Auch mit dem höchsten begehbaren Geschoss löst das Gebäude den 1974 vollendeten Sears Tower in Chicago ab, den Rekord für die höchste Gesamthöhe eines Wolkenkratzers (527m) hält der Sears Tower jedoch bis heute.

Die offizielle Einweihung fand an Silvester 2004 statt. Im 89. Stock befindet sich das innere Aussichtsdeck; parallel dazu kann man sich dann im 91. Stock nach draußen wagen.



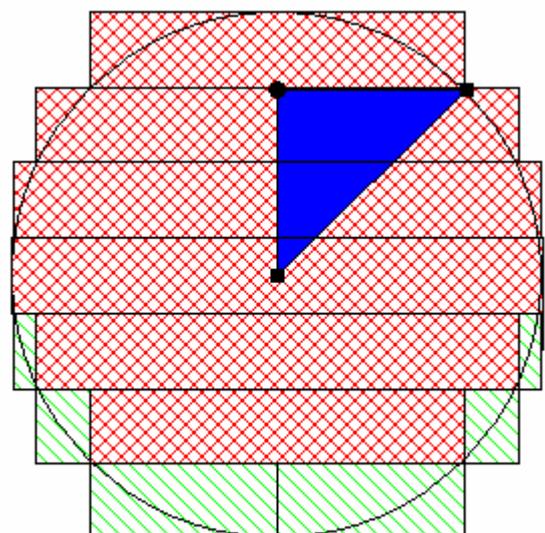
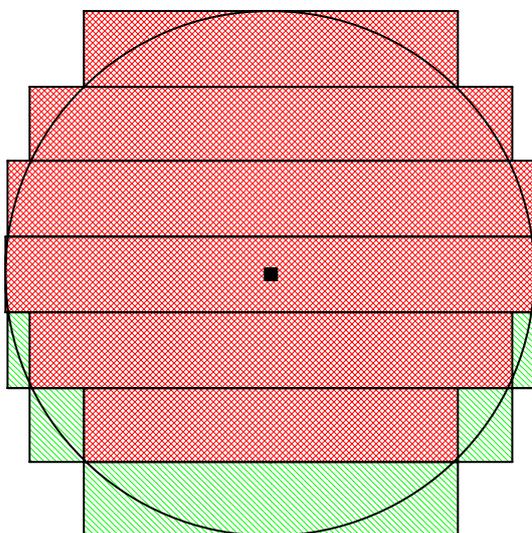
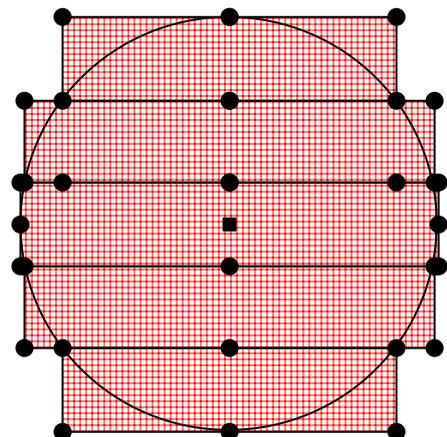
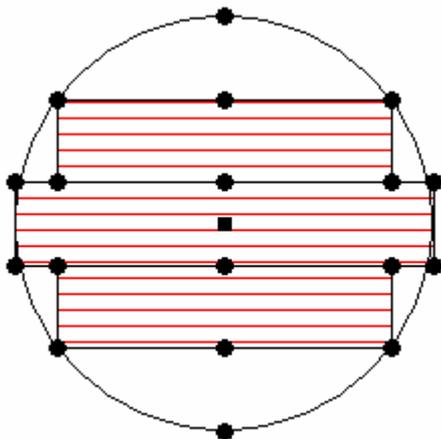
1. Finde heraus, wie schnell die Aufzüge in dem Gebäude sind. Schätze aufgrund der Angaben ab, wie lang es ungefähr dauert bis ins 101. Geschoss zu kommen. (wikipedia)
2. Gib an, warum die Aufzüge luftdicht versiegelt sind. (wikipedia)
3. Erläutere, warum das Gebäude diese Form hat. (wikipedia)
4. Lies dir den Abschnitt "Risiko" genau durch und erkläre die Funktion der goldenen Kugel. (auch unter: www.geo.de/GEO/import_nicht_zugeordnet/2781.html)
5. Die Kugel besteht aus Scheiben. Gib die geometrische Form der Scheiben an, stelle fest, wie viele Scheiben die Kugel bilden (GEO) und errechne, welche Höhe eine Scheibe hat.
6. Die Scheiben der Kugel sollen aus 3,5 mm starkem Material nachgebaut werden. Überlege einen Ansatz, wie das umgesetzt werden könnte, so dass sich alle Kursmitglieder daran beteiligen können.

Mit diesem ersten Blatt führen die Schülerinnen und Schüler eine Internet-Recherche durch. Dabei stellt sich heraus, dass die goldene Kugel ein Schwingungstilger ist. Der Grund: Taiwan liegt in einem erdbebenreichen Gebiet (die eurasische und die japanische Kontinentalplatte treffen dort aufeinander) und außerdem gibt es bis zu vier Taifune dort jährlich.

Der Schwingungstilger hat einen **Durchmesser von 550 cm** und besteht aus **41 zylindrischen Scheiben**. Das sind die zentralen Informationen für den kommenden Unterricht.

Mit der letzten Aufgabe werden die Lernenden auf eine Modellierung im wahrsten Sinne des Wortes gebracht, ein Modell soll gebaut werden. Aufgrund der Kursgröße – 21 Schülerinnen und Schüler – ist es nahe liegend, dass jede und jeder zwei Zylinder herstellt (mit Ausnahme des Mittelzylinders). Darin liegt aber eine kleine Schwierigkeit. Innen- oder Außenzylinder?

Anhand der zweiten Information, auf der die Kugeln als Kreise dargestellt wird, wird deutlich, was es mit dem "Innen- und Außenzylinder"-Problem



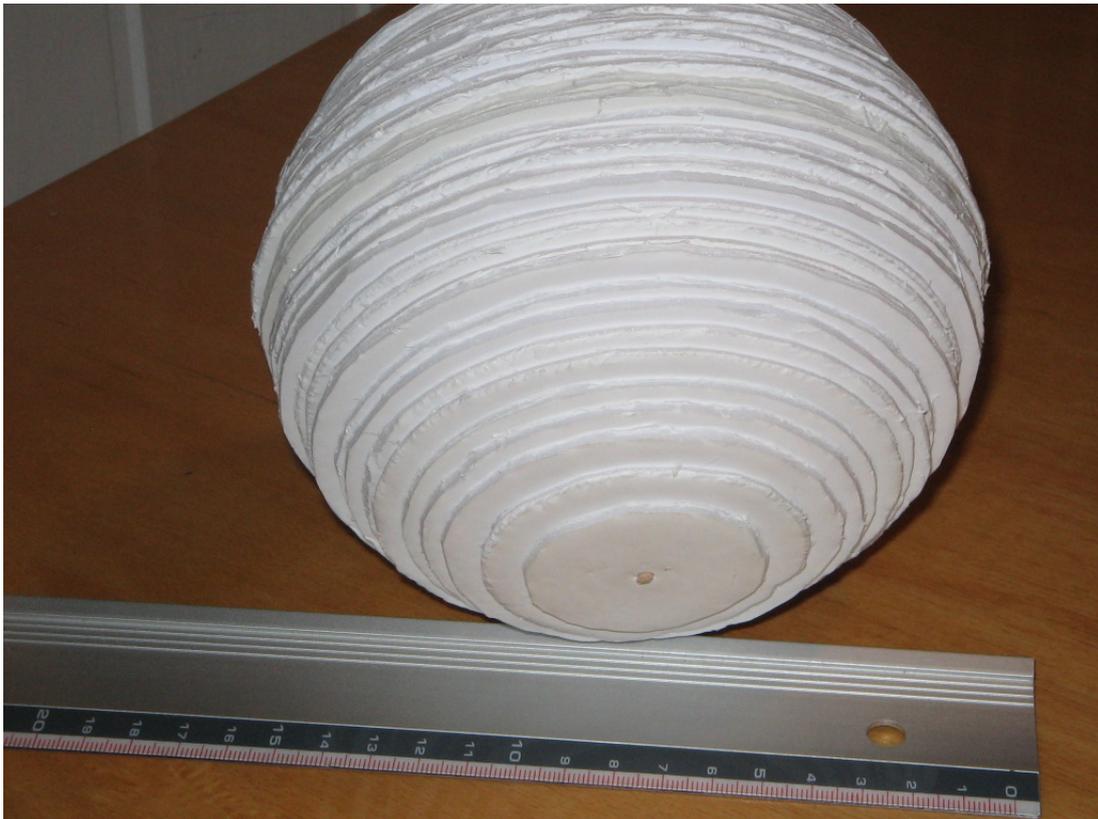
auf sich hat. Dass man entweder so genannte Innen- oder Außenzylinder auswählen kann (es gibt auch andere, aber die habe ich gar nicht erst ins Gespräch gebracht), wird deutlich, das hat zum teil rechnerische Auswirkungen. Wir haben uns für die Innenzylinder entschieden.

Die beiden oberen Abbildungen vereinfachen das Problem. Wenn man mit Innenzylindern arbeitet, so wählt man einen aus Zylindern aufgebauten Körper aus, der die Kugel von innen her ausfüllt. Wenn dieser Körper tatsächlich 41 Schichten haben soll, so wird man durch 43 teilen müssen, weil die obere bzw. untere Schicht einen Radius von Null hat, sprich: nicht existiert. Das ist bei den Außenzylindern anders. Man sieht anhand der Bildfolge auch, dass die Außenzylinder den Innenzylindern entsprechen, nur um eine Ebene verschoben (der zweite Innenzylinder ist der dritte Außenzylinder, wenn man von der Mitte her zählt). Diese Darstellungen waren noch für ein weiteres Problem wichtig. Weil die Anzahl der zylindrischen Scheiben ungerade ist (Gott sei Dank ist sie das, wie sieht das sonst aus), liegt der unterste Zylinder nicht auf dem Kreisdurchmesser auf.

Die letzte Abbildung führt auf den Satz des Pythagoras. In der Aufgabenstellung habe ich angenommen, dass die Höhen der Schwingungstilger gleich seien. Das ist eine Grundannahme für das ganze Projekt.

Nun steigen wir in die nächste Phase ein: Jede und jeder aus der Gruppe hat zwei gleiche Zylinder (aus 3,5 mm Foamboard) erstellt. Eine Schülerin hat die zentrale Scheibe erstellt. Die Scheiben hat sie mit einem Schaschlikspieß aufgespießt und festgeklebt. Meine ursprüngliche Idee, die Außenzylinder auch mit dem Material darzustellen (also einen zweiten Körper zu bauen), hat sich zerschlagen, weil sich dann der Maßstab ändert.

Die dazu gehörige Rechnerei war nicht ganz einfach. Jede und jeder bekam eine Nummer von 1 bis 20 (mit Ausnahme der Schülerin für den mittleren Zylinder). Dazu musste 0,5 addiert werden (für genau die Höhe der mittleren Scheibe). Diese Anzahl war mit der Höhe für den einzelnen zu multiplizieren. Der Kugelradius ($550:2$) erbrachte die Hypotenuse, so dass nun der Radius des einzelnen Zylinders zu bestimmen war. Mit Hilfe des Maßstabes wurde dieser Radius umgerechnet und auf den Zirkel gebracht.



In der nächsten Unterrichtsphase gehen wir der Frage nach, welches Volumen der kugelförmige Tilgungskörper im Vergleich zur Kugel hat. Dabei tun wir so, als hätten wir den realen Schwingungstilger des Taipei 101 nach erfunden. Eine nächste

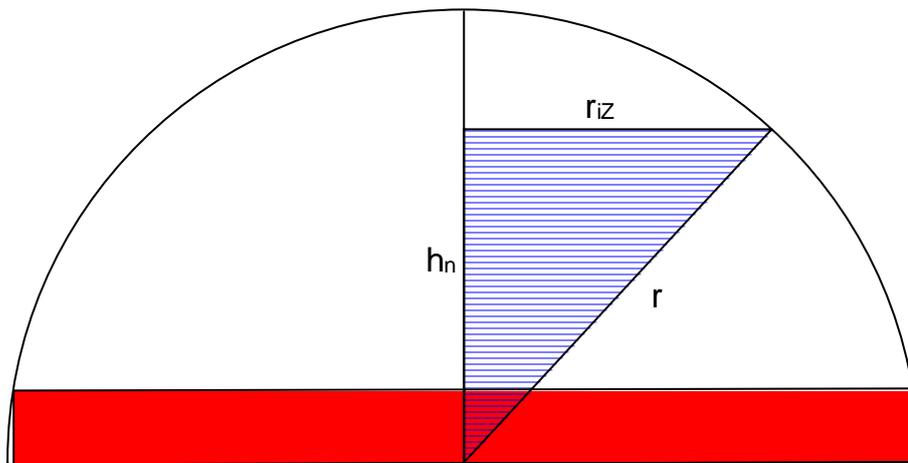
Schwierigkeit tauchte auf, wie können wir die Datenmengen bewältigen.

Das Problem lässt sich nur mit Tabellenkalkulation lösen. Dazu muss das Verfahren noch einmal intensiv durchdacht werden. Dazu dient die folgende Information:

Taipei 101 2. Blatt

Der Halbkreis zeigt einen Querschnitt durch die Kugel. Es wird nur die obere Hälfte gezeigt. Das Rechteck unten im Halbkreis zeigt, wie ein Zylinder aussieht, der dort eingepasst worden ist. Die Darstellung zeigt aber nur die halbe Zylinderhöhe. Die Zylinderhöhe wird mit d_s abgekürzt, was so viel wie Scheibendurchmesser heißen könnte.

$$d_s = 550 \text{ cm} : 43$$



Es musste durch 43 geteilt werden, weil dadurch 41 innen liegende Zylinder entstehen. Jeder Zylinder hat einen anderen Radius (r_{iz}). Jeder von euch musste für seinen Zylinder diesen speziellen Radius berechnen. Macht euch bitte klar, wie diese Berechnung vor sich ging. Für diese Berechnung war $h_n = (n + 0,5) \cdot d_s$ wichtig. Die Zahl gibt an, welchen Zylinder du zu berechnen hast. Die Zählung beginnt über dem Rechteck in der Zeichnung.

Mit Hilfe der Tabellenkalkulation sollen alle Zylindervolumen berechnet werden. Oberhalb der Tabelle musst du in einer festen Zelle den Durchmesser der Kugel haben. In der Zelle darunter solltest du d_s berechnen lassen. Auf diese Zelle musst du in der Spalte h_n immer zurückgreifen. Um r_{iz} zu berechnen benötigst du den Befehl =WURZEL().

Nr. Zylinder	h_n	r	r_{iZ}	V_{iZ}
0				
1				
2				
3				
4				
5				
...				
20				
Gesamt				

- Stelle mit der Tabellenkalkulation fest, wie groß das Volumen des aus Zylinderscheiben bestehenden Körpers ist, wie er in Taipei 101 vermutlich eingebaut ist.
- Berechne um wie viel Prozent dieser Körper kleiner ist als die tatsächliche Kugel.

Wie man sich leicht denken kann, ist es mit dem Aufstellen der Zylindervolumen noch nicht getan, man muss auch wissen, dass bis auf Zylinder Null alle doppelt vorkommen.

Zu dem Zeitpunkt dieses Unterrichtes war das Kugelvolumen noch nicht eingeführt, sondern wurde schlicht der Formelsammlung entnommen. $84,03 \text{ cm}^3 : 87,11 \text{ cm}^3$ so lautet das Verhältnis zwischen Schwingungstilger und idealer Kugel.

Ein cleverer Lehrer ergreift die Sache beim Schopf und lässt die Zylinderhöhen immer kleiner werden und lässt durch ganz große Zahlen teilen. Das habe ich nicht mehr verfolgt, weil aus meiner Sicht bereits eine Menge an Mathe vorkam: Internet-Recherche, Modellieren, Handlungsorientierung, Umgehen mit Excel (ist auch nicht gerade meine unterrichtliche Spezialität), flexibles Denken.

Die Idee zu diesem kleinen Unterrichtsprojekt verdanke ich Wiltraud Schillig von der IGS Franzshes Feld Braunschweig (Deutsche-Schulpreis-2006-Schule).

MU aus der Sicht der PISA-Lehrkräfte¹

Seit einiger Zeit bemühen wir uns um den Begriff der Selbständigkeit, Eigenverantwortlichkeit, Selbststeuerung im Lernprozess². Ich habe dazu noch mal in den blauen PISA-Band geschaut, was die PISA-Unterrichtsforscher an der Stelle an Erkenntnissen gewonnen haben. Bei dieser Lektüre hat mich auch die bekannte Instruktion-Konstruktion-Frage³ geleitet.

Sie lassen sich von folgender Fragestellung leiten:

Welche unterrichtlichen Dimensionen konstituieren Unterrichtsqualität?

PISA hat dazu Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer befragt. Bezüglich der Lehrkräfte wird dabei u. a. untersucht, welche normativen Vorstellungen ihren Unterricht beeinflussen.

Bei der Erklärung ihres Ansatzes wird deutlich, dass die PISA-Wissenschaftler⁴ den "Weg der allgemeinen Didaktik" (Hilbert Meyer, Franz E. Weinert) von einem "Weg der empirischen Unterrichtsforschung" unterscheiden, den sie selber gehen. Sie meinen, so allgemeine Basisdimensionen qualitätvollen Unterrichts identifizieren zu können, die ihre Wirkung unabhängig von den übergeordneten Konzepten entfalten können. Weiterhin meinen sie, dass es keinen belastbaren Beleg für eine normative Privilegierung eines bestimmten Inszenierungsmusters gebe, etwa zwischen den Gegenpolen "direkte Instruktion" vs. "konstruktivistische Unterrichtsentwürfe"⁵. PISA nimmt eine konzeptneutrale Haltung ein.

Als **Basisdimensionen der Unterrichtsqualität** werden folgende Merkmale ausgemacht:

- störungspräventive Unterrichtsführung
- angemessene Geschwindigkeit / moderates Interaktionstempo
- Konsistenz Lehrplan/Standards, Lerngelegenheiten im Unterricht, Leistungsbeurteilung
- Strukturiertheit
- Umgehen mit Heterogenität / Variation von Methoden / Sozialformen
- motivationale / affektive Qualität des Unterrichts

management
pace
alignment
structure
adaptivity
motivation and support

¹ PISA 2003, Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs, Münster 2004

² siehe auch Wiebke Kielas, Wege zu mehr Selbständigkeit im MU, in: MUED-RB 161/ 2006

³ Welche Rolle spielen die beiden Gegenpole lehrerzentrierter, überwiegend frontal organisierter Unterricht (direct instruction) bzw. Varianten des offenen Unterrichts und konstruktivistische Unterrichtsentwürfe?

⁴ Anstelle von PISA-Forscher, -Empiriker, -Unterrichtsforscher und Ähnlichem steht hier oft PISA. Das kürzt zwar viel ab, personalisiert aber auch unzulässig, weil hier sicher nur ein Teil des Konsortiums gearbeitet hat.

⁵ Hilbert Meyer vertritt in „Was ist guter Unterricht?“ Berlin 2004 ebenfalls diese These, unter anderem mit der These "Mischwald ist besser als Monokultur".

Das klingt sehr instruktionsorientiert. Folgerichtig äußert sich PISA in dieser Weise: "So scheint der lehrergeleitete Unterricht der Merkmale der direkten Instruktion wie Zielklarheit, Strukturiertheit, Konzentration auf die Sache und Überwachung der Schülertätigkeit realisiert, ohne Schüler kleinschrittig zu gängeln, diese mentale Selbstständigkeit entgegen eines weit verbreiteten Missverständnisses zu stützen." (S. 317)

PISA will offensichtlich ein Mischkonzept anregen. Ansonsten würden die **Grundsätze verständnisvollen Lernens**, die ebenfalls von PISA herausgestellt werden, keinen Sinn machen, denn diese sind konstruktivistisch:

- **aktiver individueller Konstruktionsprozess**
- **Sinnstiftung**
- **Verfügbarkeit von Vorwissen**
- **Situiertheit und Kontextbezogenheit**
- **Motivation und metakognitive Prozesse**
- **Herausbildung informationsreicher Wissensseinheiten**

Die Aufzählung entspricht völlig unserem Bemühen. Wir würden diese Aspekte als Teil des konstruktivistischen Ansatzes auffassen.

Nach dieser Verzettelung weist PISA auf ein **Lernparadoxon** hin: **Verständnisvolles Lernen ist langfristig auf ein Mindestmaß an Selbstregulationsfähigkeit angewiesen. Die gezielte Förderung durch Unterricht setzt kognitive Selbstständigkeit voraus.**

Man möchte denken: das Lernparadoxon und das Instruktionskonzept beißen sich.

Mit einem Satz von Items sollte geprüft werden, wieweit sich das zentrale Anliegen von PISA in der **Zieldimension** deutscher Lehrer wieder findet:

- **Mathematisierungs-/ Modellierungsfähigkeit**
- **Anwendung im Alltag**
- **Beherrschung von Routinen**
- **Weckung von Interesse an Mathematik**
- **Selbstregulation beim Mathelernen**

Die Ziele 2 bis 5 halten weit über 90 % der Lehrkräfte für von großer oder sehr großer Bedeutung. Anders ist das mit dem zentralen Anliegen der PISA-/OECD-Konzeption, dem Konzept des "realistischen Mathematikunterrichts" (Freudenthal):

In selbständiger Auseinandersetzung mit mathematischen Problemen sollen Schülerinnen und Schülern Mathematisierungs- und Modellierungsfähigkeiten vermittelt werden.

Ein Drittel der deutschen Lehrkräfte erachtet dieses (konstruktivistische) Anliegen für weniger wichtig und nur 10 bis 20 % geben ihm höchste Priorität.

Das Resultat verblüfft deshalb, weil gleichzeitig der "Anwendung von Mathematik im Alltag" die höchste Zustimmung zufällt. Man kann vermuten, dass Anwendungsorientierung in diesem Verständnis reduziert oder umgedeutet worden ist auf "Motivation

durch erfahrungsnahen Beispielen". Dafür spricht eine 60 %-Korrelation zwischen den Zielen "Anwendung im Alltag" und "Weckung des Interesses an Mathe".

Um es zu vereinfachen: Wenn zwei das Gleiche sagen (,Anwendungsorientierung'), so meinen sie noch lange nicht dasselbe.

PISA nimmt diesen Befund zum Frageanlass, ob es schulformspezifische Unterrichtstraditionen gibt. Eines kann man bereits vorwegnehmen: ja, es gibt sie.

In Bezug auf **Vorstellungen zum Mathematiklernen** wurden aus den Lehrerantworten fünf Dimensionen impliziter Lerntheorien erfasst:

• selbständiges und diskursives Lernen (eigene Wege, entdeckendes Lernen, Diskussion von Lösungsideen)	tendenziell pos. 90 %
• Vertrauen auf die mathematische Selbständigkeit (selbst. Lösungen herausfinden)	tendenziell pos. 70 %
• Lernen durch Beispiele und Vormachen	tendenziell 50 %
• Lernen durch Einschleifen	tendenziell pos. 60 %
• Reduktion (auf das Üben eines Weges beschränken)	tendenziell pos. 30 %

Bezüglich einiger Dimensionen sagt PISA: Die Unterrichtspraxis hinkt den eigenen Ansprüchen hinterher. Die Angaben beschreiben etwas, was man sich wünscht, nicht die Realität. Die Wirklichkeit sei weiterhin von Kalküllastigkeit geprägt.

Das Vertrauen auf die potenzielle Selbständigkeit sieht z. B. ein Drittel der Lehrer weitaus skeptischer.

PISA stellt ein anderes als das Instruktion und Konstruktion unterscheidende bipolare Modell auf:

selbständiges/diskursives Lernen	vs.	rezeptives Lernen
Vertrauen auf mathem. Selbständigkeit		Einschleifen und Vereinfachen
Modellierungsfähigkeit / Selbstregulation		Beherrschung von Routinen

Das untere Gegensatzpaar entstammt den oben aufgeführten Zieldimensionen. Die Zieldimensionen "Anwendung im Alltag" und "Weckung von Interesse an Mathe" scheinen von den beiden hier gegenübergestellten Konfigurationen ("Modellierungsfähigkeit" / "Selbstregulation" vs. "Beherrschung von Routinen") unabhängige Zieldimensionen zu sein.

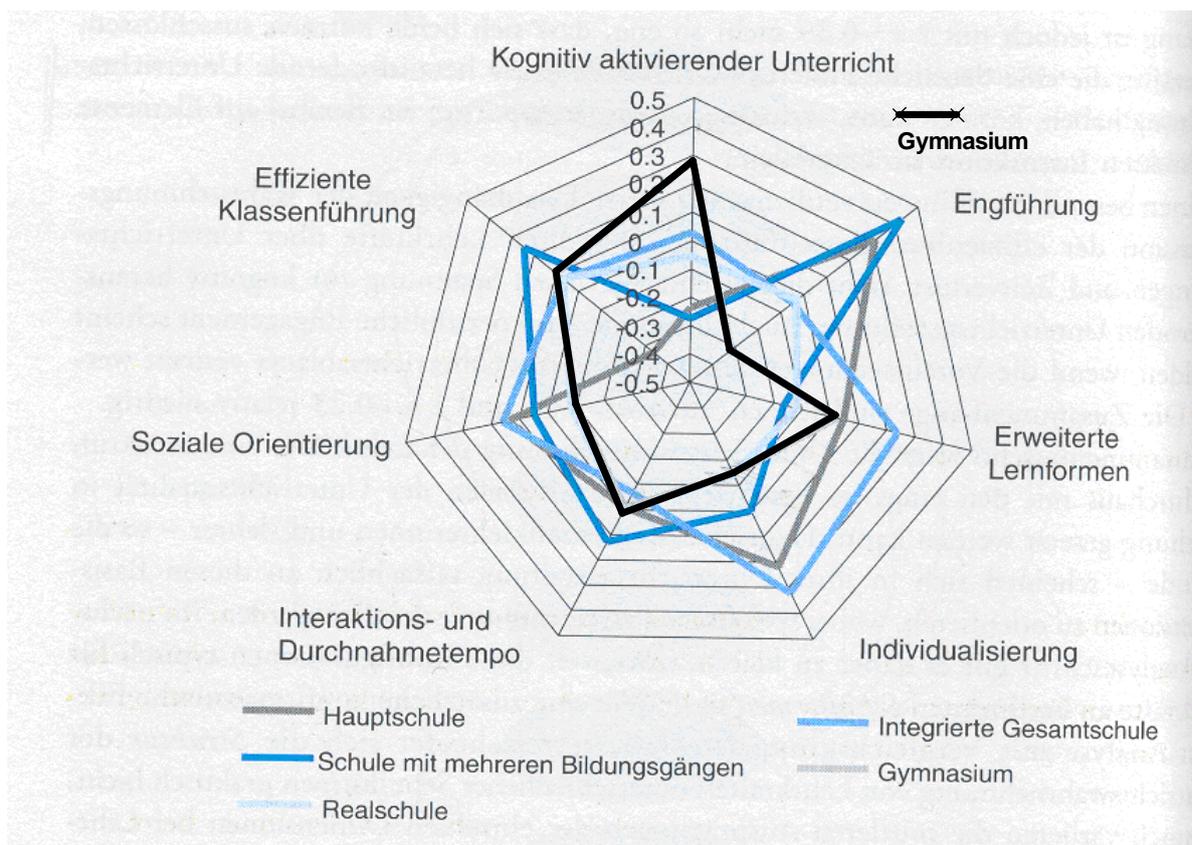
PISA hat ein Sieben-Faktoren-Modell der latenten Unterrichtsdimensionen entwickelt, um seiner Frage nach schultypspezifischen Ausprägungen nachzugehen.

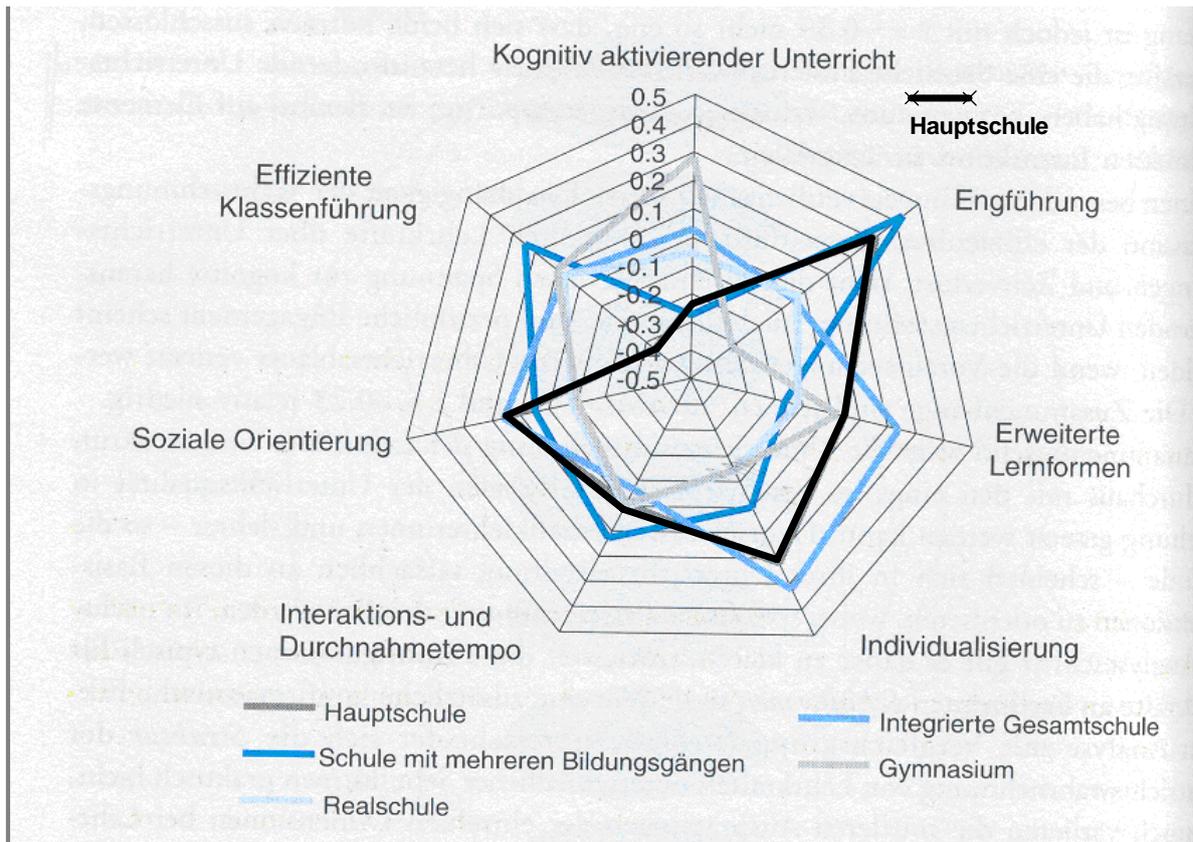
Die **sieben Faktoren der Unterrichtsführung** seitens der Lehrer:

1. **kognitiv herausfordernde Unterrichtsgestaltung**
2. **eng geführter Unterricht**
3. **erweiterte Lernformen**
4. **Individualisierung und Differenzierung**
5. **Interaktionstempo**
6. **(in)effektive Klassenführung**
7. **soziale und persönliche Orientierung**

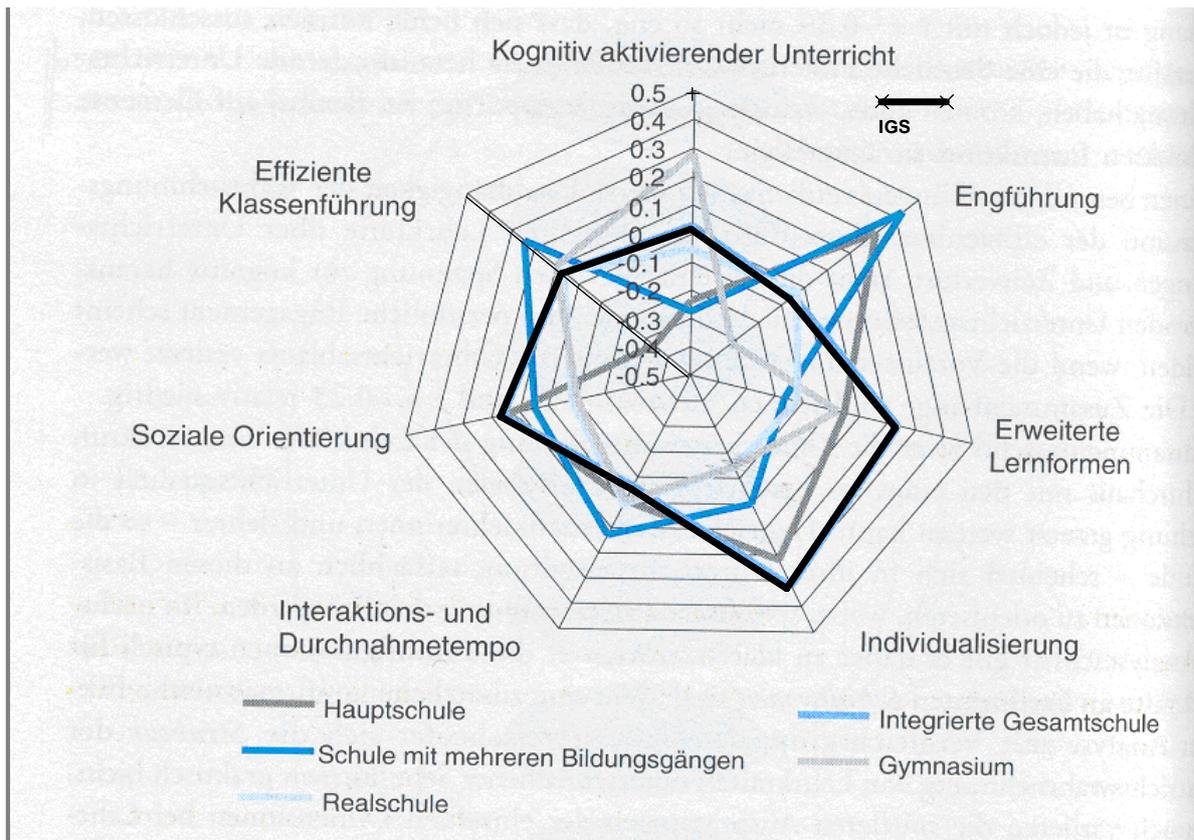
Die Abbildungen zeigen auf, dass es eine Typisierung nach Schulformen durchaus gibt:

Am Gymnasium ist eine kognitiv herausfordernde Unterrichtsgestaltung eher ausgeprägt, während die Hauptschule und die Schule mit mehreren Bildungsgängen eher durch einen eng geführten Unterricht mit direkter Instruktion bei Bemühungen um Individualisierung und Differenzierung gekennzeichnet sind. An der integrierten Gesamtschule kommt es eher zum Einsatz erweiterter Lernformen.





Bezüglich der kognitiv aktivierenden Unterrichtsgestaltung hat das Gymnasium einen deutlichen Vorsprung vor IGS und Realschule und diese wiederum vor der Hauptschule. Engführung ist ganz stark an der Hauptschule und ganz wenig ausgeprägt am Gymnasium. Bei erweiterten Lernformen ist die IGS führend, Hauptschule und Gymnasium sind etwa gleichauf, die Realschule hat hier Nachholbedarf. IGS und Hauptschule individualisieren stark, Realschule und Gymnasium dagegen wenig. Das Interaktionstempo ist überall auf der gleichen Höhe. IGS und Hauptschule sind stark sozial orientiert, Realschule und Gymnasium dagegen wenig. Uneffektive Klassenführung ist an der Hauptschule auffällig.

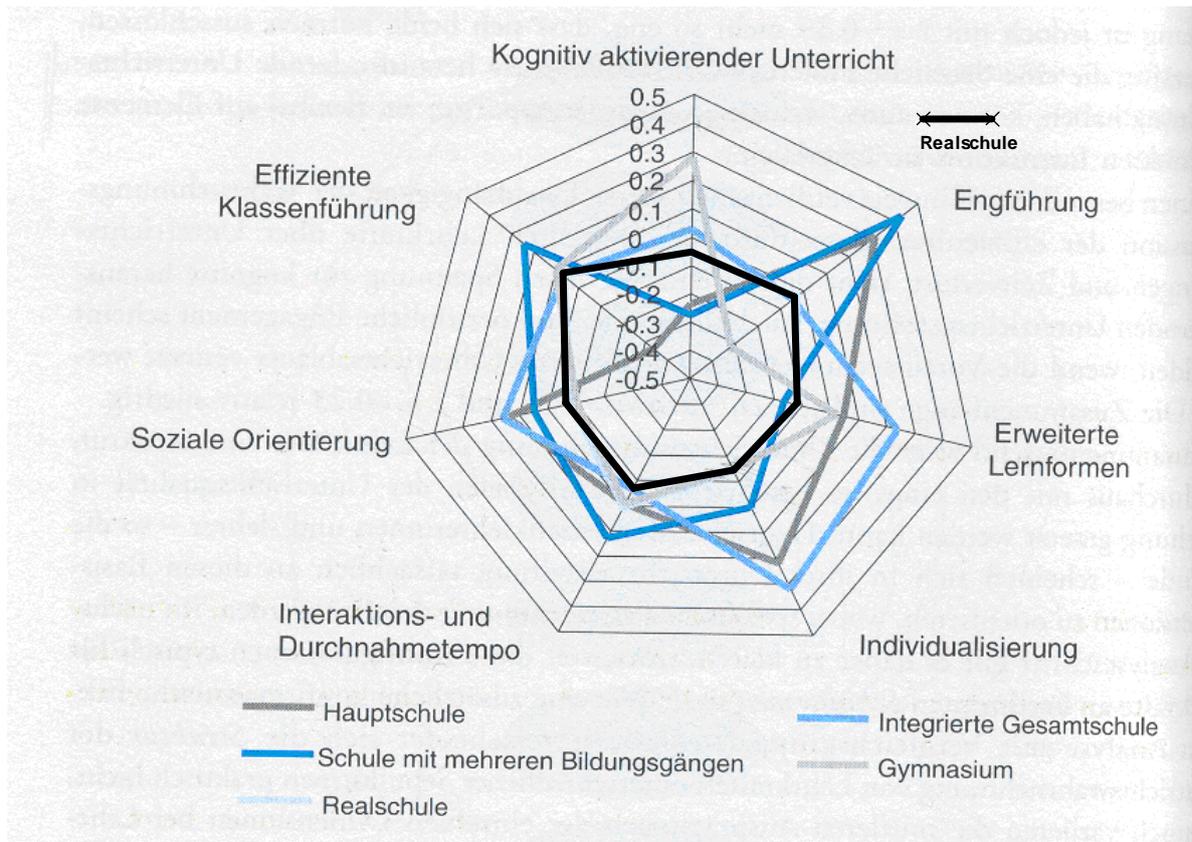


Weil sich das Spinnennetz sehr zerliert, habe ich jeweils eine Schulform dick und schwarz hervorgehoben. Die Realschule, so scheint es, ist der "Mensch ohne Eigenschaften"⁶.

Noch einmal zurück zu PISA. Was stellt PISA zentral heraus?

- (1) Es gibt relativ stabile schulformspezifische Unterrichtskulturen.**
- (2) Es gibt eine enge Verwandtschaft zwischen der Hauptschul- und der Realschultradition.**
- (3) Bei einem hohen mathematischen Vorkenntnisniveau ist Engführung des Unterrichts seltener. Bei niedrigem Niveau gibt es eine hohe Korrelation zu ineffizienter Klassenführung.**

⁶ Bei Musil ist es zwar ein Mann ohne Eigenschaften, aber hier scheint es auch so ganz gut zu passen.



Der große Widerspruch zum PISA-Rahmenkonzept besteht bei den Lehrkräften in der **Gleichsetzung von**

"kognitiv anregender und Selbständigkeit fördernder Unterricht"

mit

"hohes Niveau der Aufgabenschwierigkeit"

Diese Gleichsetzung sei charakteristisch für deutsche Lehrkräfte.

Spruch: Deutsche Lehrkräfte – und das betrifft besonders die in Haupt-, Real- und Gesamtschule (?) – müssen erst lernen, dass es möglich ist, auch schwächere Schüler kognitiv anzuregen – sicher auf niedrigerem Niveau – und diese zu Selbständigkeit⁷ zu bringen.

Die Nachevaluationen zu PISA 2003 bestärken die Befürchtungen. Die dort dargestellten Fortschritte kommen m. W. aus dem gymnasialen Segment. Die Leistungen zwischen unten und oben haben sich demnach weiter aufgespreizt.

⁷ Und so endet der Text dann auch bei PISA mit dem Begriff, mit dem wir es zzt. zu Recht so haben.

Mued-Tagung 2006

Gesprächskreis "Trennen von Lernen und Leisten"

Die BLK beschreibt das Problem in ihrem Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"⁸ folgendermaßen:

Lernsituationen unterscheiden sich deutlich von *Leistungssituationen*. Während für gelingende Lernprozesse ein explorativer Umgang mit eigenen Fehlern charakteristisch ist, versucht man in Leistungssituationen einem subjektiv anerkannten Gütemaßstab zu genügen und Fehler nach Möglichkeit zu vermeiden. In Lernsituationen werden Fehler als Grenzerfahrung und Herausforderung gleichzeitig erlebt, in Leistungssituationen sind sie persönliches Versagen. Prüfungen – Tests, Klassen- (Schul-)arbeiten und Übergangs- oder Abschlußprüfungen – sind typische Leistungssituationen, die für den Lernprozeß steuernde Wirkung haben, da sie Art und Umfang des erwarteten Wissens und die gültigen Gütemaßstäbe verdeutlichen. Der Unterricht sollte demgegenüber primär ein Ort des Lernens sein. Lernen und Leisten, Erprobung und Bewährung sind gleichermaßen für die moderne Schule charakteristisch; beides hat in ihr seinen spezifischen Platz. Der Expertengruppe liegt jedoch daran, die unterschiedliche und nichtkompatible Logik von Lern- und Leistungssituationen zu betonen und auf die Problematik ihrer dauerhaften Vermischung aufmerksam zu machen.

Neuer Stoff wird in Deutschland im Mathematikunterricht zumeist auf fragend-entwickelnde Weise erarbeitet. Auch das Durcharbeiten und Üben findet oftmals im relativ kleinschrittigen Unterrichtsgespräch statt. Soweit wir über empirische Hinweise verfügen, deuten diese darauf hin, daß die modale Struktur des naturwissenschaftlichen Unterrichts – sieht man einmal von experimentellen Phasen ab – sehr ähnlich ist. Das lehrergeleitete Unterrichtsgespräch steuert in der Regel konvergent auf die möglichst systematische Erarbeitung eines Konzeptes oder einer Routine zu. Das Erreichen des Unterrichtsziels hängt davon ab, daß sich Schülerantworten in die Entwicklung des Gedankengangs einfügen. Fehler haben in diesen Phasen des Unterrichts keinen genuinen Ort. In der Regel stellen sie Unterbrechungen der Zielgerichtetheit des Unterrichts dar. Das gilt insbesondere für Verständnisfehler, die eine längere Explikation verlangen. Fehlerhafte Schülerantworten werden deshalb im Unterrichtsgespräch – durchaus funktional – oftmals negativ bewertet oder einfach übergangen. Damit wird aber jede Lehrerfrage in der Phase der Wissenserarbeitung für Schüler zur Leistungssituation. Lernen und Leisten sind eng verwoben. Die Intensivierung des Lernens im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verlangt wahrscheinlich eine stärkere Entmischung beider Situationen.

Im Gesprächskreis wurde zusammengestellt, was wir denn eigentlich in den Lernphasen beurteilen und ggf. bewerten:

⁸ BLK, Heft 60, 1997

Was beurteilen wir in der "mündlichen Mitarbeit" (laufende Kursarbeit)

Alle Aktivitäten zur Mitgestaltung des Lernprozesses

Ideen	Qualität	Anstrengungsbereitschaft (Erweitertes Niveau: Bereitschaft zur Vertiefung)				Haltungen
		Erklärungen für Andere	Hausaufgaben bearbeitet (auch fehlerhaft)	Dokumentation des Lernens und des Lernstands	Häufigkeit	
Math. Fantasie	Fachliche Kenntnisse	Erklärungen für Andere	Hausaufgaben bearbeitet (auch fehlerhaft)	Dokumentation des Lernens und des Lernstands	Häufigkeit	Gehen mittelbar in die Beurteilung ein
Beiträge, die das Unterrichtsgespräch weiterführen.	Verständnis	Mitschülern Inhalte und Aufgabenstellung erklären	Erledigung von Pflichten (HA, Material)	Präsentation von Arbeitsergebnissen (i. S. komplexer Sachverhalte)	Wie oft meldet sich der Schüler in einer Stunde?	Konzentration
Qualität von Beiträgen, Fragen, Antworten, Bezügen zu anderen Beiträgen.	Anwenden der math. Fachsprache	Umgang mit Hilfen bzw. Bereitschaft zur Hilfestellung.	Zuverlässigkeit		Bemühen des Schülers, den Stoff zu durchdringen.	Selbstkritikfähigkeit
Erkennen von gedanklichen Zusammenhängen		Selbständiges Arbeiten in der Tischgruppe.			Kontinuität im Arbeitsverhalten	Frustrationstoleranz
Math. Intuition		Versuche, sich selbst etwas zu erschließen.				
Gedanken darstellen	Verhalten in der Gruppenarbeit					
	Eingehen auf Äußerungen von Mitschülern					

Fazit: Wir wollten Lernen und Leisten nicht trennen. In Lernphasen werden aber andere Leistungen als in Klassenarbeiten u. Ä. beurteilt (siehe Tabelle).

Diese Leistungen sollten in einem Raster zusammengestellt und den Schülern bekannt gemacht werden. Eine Folge davon könnte sein, dass die Schüler/innen ihr Lernverhalten entsprechend ändern. Dies ist nicht ganz einfach und muss noch erledigt werden.

Rainer Böhm

**Wer etwas verändern will, muss Mut haben, neue Wege zu gehen!
– Zehn Jahre Mathematik-Lernwerkstatt**

Im Zeitalter der Vergleichsarbeiten und zentralen Abschlusstests ist ein heimlicher Lehrplan entstanden, der durch das Prinzip "Teaching to the test" gekennzeichnet ist.

Gerade vor diesem Hintergrund hat das Konzept der Mathematik-Lernwerkstatt eine neue, aktuelle Bedeutung bekommen. Unsere nunmehr zehnjährigen Erfahrungen haben gezeigt, dass das entdeckende, forschende, handlungsorientierte Lernen von Mathematik in einer anregenden Lernwerkstatt-Umgebung zu einem unverzichtbaren Unterrichtsprinzip geworden ist, das zur Verbesserung der Unterrichtsqualität beiträgt. Hier wird Wissen selbsttätig und nicht konsumierend erworben, hier wird Kreativität und ästhetische Bildung nicht an den Rand gedrängt, hier findet Lernen noch mit Kopf, Herz und Hand statt.

Die Idee für die Mathematik-Lernwerkstatt entstand bereits 1995 zum 20-jährigen Bestehen der G.-Ch.-Lichtenberg-Gesamtschule. Damals entwickelte ich mit meiner damaligen Klasse 15 Stationen, an denen man Mathematik ausschließlich handlungsorientiert betreiben konnte. Wir räumten unseren Klassenraum um und machten daraus eine Lernwerkstatt. Leider mussten wir anschließend alles wieder einpacken, weil der Raum wieder als Klassenraum gebraucht wurde. In den folgenden Jahren wurde dann das Konzept weiter entwickelt. Ideengeber waren dabei u. a. das Technorama in Winterthur in der Schweiz (hier fand meine erste Fortbildung statt), die Ausstellung "Mathematik zum Anfassen" (der Vorläufer des jetzigen Mathematikmuseums in Gießen), der handlungsorientierte Ansatz der MUED und viele Exponate der Naef-Designer.

Im Schuljahr 1996/97 bekam die Lernwerkstatt dann endlich einen festen Raum und konnte mit ihrer Arbeit beginnen. Seit 10 Jahren lautet das Motto: "Mathematik zum Anfassen und Be-greifen". Die Mathematik-Lernwerkstatt hat sich zu einem kommunikativen Lernzentrum, zu einem Ort ganzheitlichen Lernens, zu einem Präsentationsraum für gelungene Projektbeispiele entwickelt – immer offen für neue Ideen, außergewöhnliche Lernwege und veränderte Unterrichtskultur.

Inzwischen gibt es mehr als 50 verschiedene Exponate zum Experimentieren, Erforschen, Nachdenken und Ausprobieren (zum Beispiel der Yos-

himoto Cube – ein aus 8 gleichgroßen Würfeln zusammengesetzter Körper, der sich in 2 zwölfzackige Sterne zerlegen lässt). Man kann damit selbständig Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten entdecken und viele Geheimnisse der Mathematik lüften.

Bisher wurden 17 verschiedenen Projekten mit fächerübergreifendem und anwendungsbezogenen Schwerpunkt geplant und durchgeführt (zum Beispiel das Projekt "Von Penrose bis Escher: Parkettierungen in der Mathematik, Kunst und Architektur"). Hier konnten die Schüler/innen aktiv konstruieren, entdecken, forschen und lernen, und somit auf anschauliche Weise einen faszinierenden Einblick in die Mathematik und deren Anwendung in vielen Bereichen bekommen.

Außerdem wurden 12 Lernzirkel mit schwerpunktmäßig handlungsorientierten Stationen zu wichtigen mathematischen Themen für den Mathematikunterricht der Sekundarstufe I entwickelt, erprobt und evaluiert (zum Beispiel "The Proofs of Pythagoras: 15 verschiedene Beweise für den berühmten Lehrsatz").

Die Lernwerkstatt schafft eine Atmosphäre, in der die Schüler/innen gerne arbeiten und lernen. Sie ist sehr beliebt, was in der Lernrückmeldung einer Schülerin mal ganz deutlich wurde. Sie schrieb in ihrem Schüler-LEB: "Mathe ist nicht so mein Ding – aber die Lernwerkstatt finde ich echt cool."

Die Lernwerkstatt war auch immer ein Ort didaktisch-methodischer Innovationen. In 32 Lehrerfortbildungsveranstaltungen konnten Lehrer/innen aus der gesamten Bundesrepublik und aus der Schweiz zwischen Erfahrungen mit dem Konzept der Werkstatt machen und Anregungen für den täglichen Mathematikunterricht mitnehmen. Und für mehr als 50 Besuchergruppen war die Lernwerkstatt bisher ein Ort des Erfahrungsaustausches und der Kooperation.

Aufgabe und Funktion der Lernwerkstatt

Viele Schülergeneration haben ihren Mathematikunterricht als Hassfach Nummer 1 erlebt: viel zu abstrakt, kaum alltagsrelevant, selten verstandensorientiert; und er war oft von einer Unterrichtskultur geprägt, in der der lehrerzentrierte Unterricht dominierte und in dem das Verbale, das Wort und damit nur ein ganz bestimmter Eingangskanal ungemein bevorzugt wurde, und andere Gehirnparten, die effektiver und erfolgreicher für das Lernen eingesetzt werden könnten, wurden sträflich ver-

nachlässigt. Spätestens nach den Ergebnissen der TIMMS- und PISA-Studien fragt man sich bei uns wieder intensiver: Was kann Schule leisten, damit der Mathematikunterricht interessant, anregend, spannend und lebendig wird?

Die Lernwerkstatt hat in den 10 Jahren ihres Bestehens als Antwort auf diese Frage versucht, anschaulichen, handlungsorientierten und motivierenden Mathematikunterricht umzusetzen.

In der Mathematik-Lernwerkstatt finden die Schülerinnen und Schüler verschiedene Materialien, die zum selbständigen, aktiven Handeln, zum Ausprobieren, Erfinden, Bauen und Konstruieren animieren. Sie regen das mathematische Vorstellungsvermögen, die Raumvorstellung, die Phantasie und Kreativität an und fördern das Begreifen von Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten. Die Schülerinnen und Schüler können hier ihren individuellen - für sie spannenden – Zugang zur Mathematik finden; Einfallsreichtum, phantasievolle neue Ideen, kreative Lösungswege sind hier gefragt. Was in Büchern oft trocken und schwer verständlich beschrieben wird, kann man hier selbst erfinden, konstruieren und ausprobieren. Wissen soll hier nicht durch Belehren und Erklären, sondern durch praktisches Handeln, selbständiges Experimentieren und Problemlösen erworben werden. Die Lernwerkstattarbeit ermöglicht vielfältige Zugänge zum Lernen und wird somit unterschiedlichen Lerntypen besser gerecht.

Weitere Informationen: <http://www.igs.goe.ni.schule.de/projekte.html>



Foto: R. Böhm

Ein Blick hinein in die Mathematik-Lernwerkstatt

Think, pair, share. Das Herzstück des kooperativen Lernens.

Gemeint ist damit, dass das Lernen in die Verantwortung der Schüler gelegt wird.

Folgende Grundelemente werden möglichst häufig als Basis der Unterrichtsgestaltung festgelegt.

(Think).

Zunächst einmal wird eine Zeiteinheit vorgegeben, in der die Lernenden nur für sich eigene Gedanken zum Problem ordnen können. Hier werden vielleicht schon eigene Lösungsansätze durchdacht und kurz skizziert, um sie nachvollziehbar zu machen.

(Pair)

Nach dieser ersten Phase wird ein Austausch zwischen Partnern/ Partnerinnen vorgesehen, der in unterschiedlichsten Formen gestaltet werden kann. Dieser Austausch dient dazu, dass die eigenen Gedanken schon einmal erzählt, verteidigt oder korrigiert werden können und so eine gewisse Rückversicherung, die die Meinung verstärkt, entstanden ist. In dieser Phase kann auch noch ein weiterer Austausch in einer kleinen Gruppe geplant werden.

(Share)

Ganz zum Schluss, gestärkt durch die Diskussion, das Gespräch mit den andern, werden die Lernwege, Erkenntnisse, Prozesse vorgestellt von einzelnen Schülerinnen und Schülern vorgetragen und so für die Klasse nutzbar gemacht. Jeder kann aufgerufen werden, so dass sich in den vorherigen Phasen auch jeder verpflichtet fühlt, möglichst gut die eigenen Erkenntnisse, die Ergebnisse der Gruppe oder des Partners wiedergeben zu können. Für diese Art von Zusammenarbeit ist es aber notwendig neben dem Vermitteln von Fachinhalten auch Gelegenheiten zu geben, die kooperatives Lernen möglich machen.

Unterricht

Das bedeutet für den Unterricht, dass eine positive Abhängigkeit innerhalb der Arbeitsgruppen geschaffen werden muss. Die Ziele der Zusammenarbeit werden so gestellt, dass die Schülerinnen und Schüler sich um die eigene Leistung, aber auch um die Leistung der anderen Schüler/Innen kümmern müssen.

Gleichzeitig gibt es eine hohe Verpflichtung zur eigenen Mitarbeit und eine individuelle Verantwortlichkeit, den Stoff möglichst gut zu erarbeiten und zu beherrschen.

Da die Gruppenmitglieder viele unterschiedliche Fähigkeiten mitbringen, gilt es, der Gruppe Gelegenheit zu geben sich gut kennenzulernen.

Verständlicherweise muss geübt werden, dass die Gruppenmitglieder sich selbstständig organisieren können und alle daran interessiert sind gemeinsam vorwärts zu kommen. Dazu müssen sich alle Lernenden gegenseitig helfen und ermutigen, damit das Ziel gemeinsam erreicht werden kann. Die Aufgabe besteht also nicht nur in der Lösung des fachlichen Problems, sondern auch – gleichwertig – darin, eine gute Arbeitsbeziehung aufzubauen und aufrecht zu erhalten.

Die notwendigen sozialen Kompetenzen müssen direkt trainiert werden.

Aufgabenstellung

Welche Funktion hat nun der Lehrende in dieser komplexen Lehr- und Lernsituation?

Das lässt sich vielleicht am einfachsten an einem Beispiel erklären.

Statt der manchmal gestellten Frage: "Was haben wir in der letzten Stunde gemacht?" sieht meine Anweisung jetzt folgendermaßen aus: Bitte zeigt jetzt nicht sofort auf. Überlegt eine Minute lang was ihr in der letzten Stunde Wichtiges gelernt habt. Nach dieser Minute könnt ihr noch 2 Minuten lang mit eurem Nachbarn über eure Meinung sprechen. Danach wird jemand aufgerufen. Er kann sich nachdem er seine Antwort gegeben hat noch weitere Hilfe von jemand holen oder eine/n nächste/n Schülerin/Schüler auswählen.

Sehr hilfreich hat sich im Mathematikunterricht auch das Lerntempoduett erwiesen, das in der Übungsphase von mir eingesetzt wurde.

Es besteht aus einer Sammlung von 3 - 5 Aufgaben, die auf unterschiedlichen Lernwegen gelöst werden können. Folgende Arbeitsanweisung ist den Aufgaben vorangestellt:

Bitte löse die erste Aufgabe zunächst alleine. Schreibe deinen Lösungsweg genau auf. Wenn du die Aufgabe beendet hast, steh auf. Wenn die nächste Schülerin oder der nächste Schüler aufsteht, geht ihr gemeinsam auf den Flur, vergleicht eure Ergebnisse und erklärt euch gegenseitig eure Lösungswege.

Habt ihr verschiedene Ergebnisse /Wege und könnt euch nicht einigen, dann markiert diese Aufgabe und sie wird an der Tafel neu berechnet.

Habt ihr eine Einigung erzielt, dann bearbeitet eine weitere Aufgabe und vergleicht sie mit einer neuen Partnerin, einem neuen Partner.

Zu einer festgelegten Zeit am Ende der Stunde werden strittige Aufgaben von den Schülern vorgestellt oder Lösungswege insgesamt verglichen.

Training

Als Lehrende lasse ich die Schülerinnen und Schüler auch ihre Zusammenarbeit am Ende der Stunde/des Tages oder der Woche bewerten. Hat die Zusammenarbeit funktioniert, so gibt es Belohnungen. In der 5. Klasse sind das Bonuspunkte, die im Klassenrat vergeben werden. Bei einer bestimmten Anzahl von Punkten wird eine Gemeinschaftsaktion durchgeführt, wie zum Beispiel gemeinsames Eislaufen.

Um die Bewertung an Kriterien festmachen zu können, werden für jede Woche Sozialziele in der Tutorenstunde ausgewählt. Die Sozialziele werden zunächst einmal unter folgenden Gesichtspunkten mit den Schülerinnen und Schülern zusammen erläutert. Manchmal in Rollenspielen als positives Verhalten vorgespielt.

Das Sozialziel für: *diese Woche/diesen Tag/diese Stunde*

Mit leiser Stimme sprechen

Was sehe ich	Was höre ich
 Kinder, die nah zusammensitzen	 leises Flüstern,
 die freundlich schauen	 gut gemacht, aber wir werden zu laut
 die interessiert zuschauen	 Nimm die "20 cm-Stimme"
 nur einer redet	 psst, nicht so laut

Neben diesen Zielen, die dann im Unterricht auch besondere Berücksichtigung finden müssen, gibt es ein weiteres Ritual, das ich übernommen habe, um Aufmerksamkeit zu erreichen. Dieses Zeichen wird auch von den Lernenden bei Vorträgen genutzt.

Give me five

Jedem Finger der Hand wird ein Satz zugeordnet:

Zuerst wird nur der Daumen gezeigt: *Hör auf zu reden. (Stop talking);*

dann dazu der Zeigefinger: *Dreh dich zu mir um. (Turn to me);*

danach folgt der Mittelfinger: *Schau mich an. (Look at me);*

der Ringfinger wird gezeigt: *Hör mir zu. (Listen to me)*

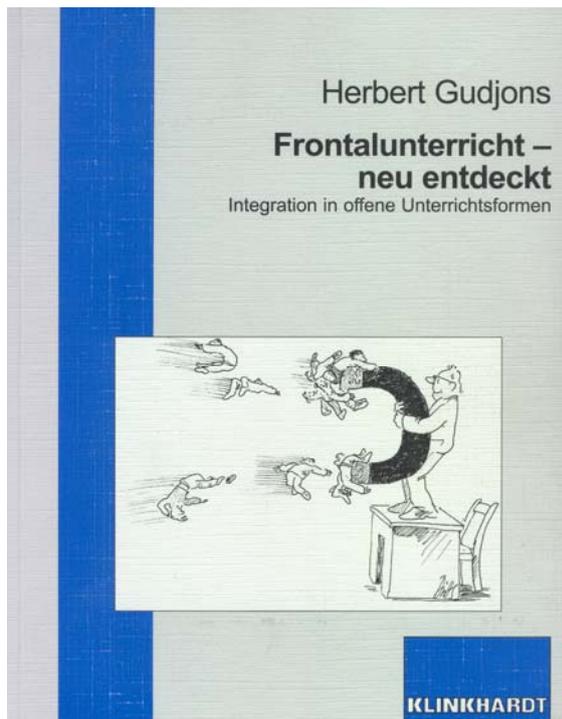
und zuletzt der kleine Finger ausgestreckt: *Gib deinem Nachbar Bescheid. (Tell it to your neighbour).*

Teamarbeit und Literatur

Das kooperative Lernen konnte ich sofort in meinen ursprünglichen Unterricht integrieren und habe besonders im 5. Jahrgang festgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler schon nach kurzer Zeit sehr selbstständig agieren. Hilfreich erwies sich auch, dass im 6. Jahrgang zwei Kolleginnen in dieser Art und Weise unterrichteten, so dass wir die Erfahrungen schnell und häufig austauschen und Anregungen /Rückmeldungen sofort erfolgen konnten.

Literatur, die ich genutzt habe und weiterempfehlen würde:

- Margit Weidner; Kooperatives Lernen im Unterricht; Das Arbeitsbuch; Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung
- Ludger Brüning/Tobias Saum; Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen; NDS Verlagsgesellschaft 2006
- Norm Green, Kathy Green; Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium; Das Trainingsbuch; Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung 2005

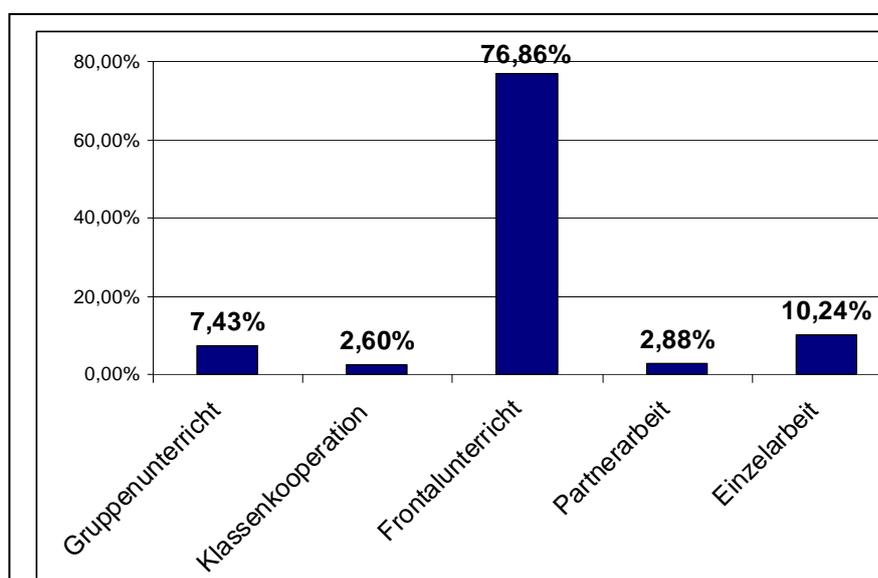


"Was für eine Provokation?", habe ich gedacht. Mitten unter all den Büchern über guten Unterricht, über methodische Veränderungen, über Lerntypen, über selbstständiges Arbeiten und Lernen, zwischen Klippert und Cooperative Learning finde ich den Titel

Frontalunterricht – neu entdeckt. Ja, was löst das für Gedanken aus. Ist die Gegenreform im Marschieren? Ist es ein übrig gebliebener Ladenhüter? Da es ja bekanntlich nicht schlecht ist, wenn man weiß, wie die Gegenseite argumentiert, nehme ich den Band mit. Der Untertitel "**Integration in offene Unterrichtsformen**" hat mich etwas versöhnt (17,90 €).

Mit Interesse habe ich gelesen und mir dabei Fragen gestellt. Zum Beispiel:

- Gibt es auch ideologisch begründete Vorbehalte gegen Frontalunterricht?
- Kann ich damit mein schlechtes Gewissen beruhigen, wenn ich wieder mal frontal unterrichte?



Zurück zur Unkultur des Beybringens will Gudjons nicht. Im Gegenteil: von "Autoritär bis Zwangsdisziplin" führt er die 10 härtesten Argumente gegen Frontalunterricht auf. Der Kritik am "traditionellen Frontalunterricht" schließt er sich an.

Er will keine "Monokultur", sondern einen "anderen", einen zeitgemäßen, einen qualitativ guten, einen bewussten, einen reflektierten Frontalunterricht, der sich in offene Unterrichtsformen integrieren lässt. Letztlich geht es Gudjons um ein reichhaltiges Methodenrepertoire. Sein Konzept heißt "integrierter Frontalunterricht" und stellt den Zusammenhang her zwischen Frontalphasen und eigentätigen, selbst gesteuerten und selbstständigen Formen des Lernens und Arbeitens. Bei diesem Vorhaben ist es notwendig zu beschreiben, wie die sinnvolle und didaktisch unverzichtbare Funktion von Frontalunterricht aussieht: informierender Unterrichtseinstieg, Planungsphase mit der gesamten Lerngruppe, Phase von selbstständiger Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit, Schlussphase mit Vorstellung in der Gesamtklasse, mit Diskussion, mit Verarbeitung, mit Bewertung.

Die methodischen Möglichkeiten des guten Frontalunterrichts wenigstens mal zu überfliegen, diese Zeit sollte sich der Praktiker mit 30 Jahren Berufstätigkeit mal wieder erlauben.

Aus dem MUED-Büro

1. Nachdem in mehreren Arbeitstreffen in Appelhülsen und den letzten zwei Arbeitstagen die Unterrichtsmaterialien gesichtet wurden, ist der größte Teil der Materialien für die Sekundarstufe I digitalisiert (insgesamt zurzeit 536) und so wie die zurzeit 164 Sek. II Materialien für Mitglieder über die Internetseite der MUED auch als Word Dokument abrufbar.
Dies gilt allerdings nicht für die Mitglieder, von denen hier keine e-Mail Adresse vorliegt.
Wer inzwischen zwar Internetanschluss aber den noch nicht mitgeteilt hat, sollte das nachholen. Die Qualität der Materialien hat sich durch die digitale Erfassung doch um einiges verbessert. Es lohnt sich also.
2. Auf der Arbeitstagung in der Reinhardswaldschule wird u.
 - a. die Sichtung und Überarbeitung mit den Materialien des Bereichs Analysis weitergeführt, die dann digitalisiert und ins Netz gestellt werden.
3. Es gibt zwei neue Broschüren im Rahmen der Stochastik-Offensive der MUED:
Statistik – Darstellungen und Manipulationen: Explorative Datenanalyse mit Boxplots, Simpsonsches Paradoxon, aus der Beschreibenden Statistik: Manipulationen mit Diagrammen
Heikle Fragen und andere bedingte Wahrscheinlichkeiten: 19 Materialien zum Umgang mit zweistufigen Baumdiagrammen und bedingten Wahrscheinlichkeiten (Bayes).
4. Das Bild auf der Rückseite soll als weiterer kleiner Anstoß zur Mitarbeit an den Umweltbroschüren dienen, zu der Antonius Warmeling schon mehrfach eingeladen hat.

Joerg Ingo Krause



... Klima und schafft Arbeit.

... der nächste Winter kommt bestimmt – oder?